

預应力钢筋混凝土公路桥施工经验介绍

先立志 編著

人民交通出版社

預应力钢筋混凝土公路桥施工经验介绍

先 立 志 編 著

人 民 交 通 出 版 社

本書扼要介紹了預應力鋼筋混凝土公路橋的施工工藝，並且較詳細的介紹了作者在該種橋梁施工中遇到許多問題的解決辦法。

本書可供公路橋梁基層施工人員及有關院校師生參考。

預應力鋼筋混凝土公路橋施工經驗介紹

先立志 編著

*

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六號

新华书店北京發行所發行 全國新华書店經售

人民交通出版社印刷廠印刷

*

1965年1月北京第一版 1965年1月北京第一次印刷

開本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印張：2 $\frac{1}{2}$ 張

全書：51,000字 印數：1—4,500冊

統一書號：15044·1493

定價(科六)：0.84元

写在前面

这里写的材料，不能算是經驗总结，只能說是一些片断的施工記錄和点滴体会。目的是拋砖引玉，与从事公路建設事业的同志們共同研究。

在自己主观願望上，总想把文字写得通俗一些，尽量少用一些术语行話，这样对初学預应力鋼筋混凝土的同志或者对工地上具体从事預应力鋼筋混凝土桥梁施工的同志可能有些帮助。但是由于水平的限制，提出的問題是不够全面的，进行的分析也不够深透，对缺点和錯誤希望提出指正。

先立志 1963年7月于北京

目 录

一、公路桥梁采用预应力钢筋混凝土的意义	5
二、预应力钢筋混凝土公路桥的施工工艺	10
(一)制造鋼絲束	10
1.设备与工作台的布置	10
2.整直鋼絲	12
3.鋼絲纏束	13
4.制作鋼絲束的錨头	15
(二)张拉鋼絲束——預加应力	22
(三)封閉錨头及铁皮套管灌浆	28
三、预应力钢筋混凝土公路桥施工体会	31
(一)整直鋼絲問題	31
1.高强鋼絲的截断方法和工具	31
2.整直机速度的控制	32
3.整直机的弯管	33
4.卷揚机与整直机的配合	33
5.整直鋼絲应注意的一些問題	34
(二)纏束鋼絲問題	35
1.鋼絲束的形式	35
2.鋼絲的絞扭与跳层現象	36
3.纏束工作中其他应注意的一些問題	36
(三)弯錨及安裝铁皮套管問題	37
1.鋼絲分层	37
2.鋼絲束长度的控制	37
3.弯錨的質量要求	38

4. 安装铁皮套管·····	38
(四) 锚头压注混凝土問題·····	40
1. 锚头混凝土用量·····	40
2. 压注机的装置·····	40
3. 压注混凝土前应做好的检查工作·····	41
4. 锚头混凝土的假密实现象·····	41
5. 锚杯口混凝土的松动空层现象·····	42
6. 失水、漏浆与脱皮现象·····	42
7. 锚头混凝土养生·····	43
(五) 浇灌预制构件混凝土問題·····	43
1. 浇灌混凝土以前, 考虑采取的措施·····	44
2. 附着式震捣器使用注意事項·····	45
3. 插入式震捣器使用注意事項·····	46
4. 浇灌预制构件混凝土时, 可能产生的一些缺陷及 采取的措施·····	47
(六) 鋼絲束张拉問題·····	49
1. 拉伸机·····	49
2. 张拉前的准备工作·····	54
3. 拉伸机的安装步驟·····	56
4. 张拉鋼絲束·····	57

一、公路桥梁采用預应力鋼筋 混凝土的意义

混凝土是一种人造石料，它与天然石料一样，抗拉的能力比抗压的能力小得多。

受弯曲的混凝土梁，在中和軸以上的部分受压力，在中和軸以下的部分則受拉力（图 1）。設計时，梁的断面尺寸是根据混凝土受拉的工作情况来决定的，而梁受压区域的强度，就有大量潜力未能發揮。为了减小梁的断面尺寸以节约材料，最好在受拉区域内加放一些增强抗拉能力的材料。十九世紀末期，建筑工作者們开始在梁的受拉区域加放一些鋼筋来增强梁的抗拉能力，于是鋼筋混凝土結構就出现了。

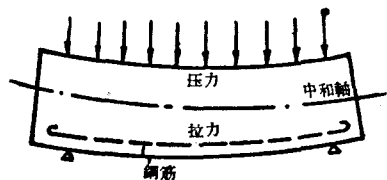


图 1

仔細研究一下鋼材与混凝土的性能，就可以发现它們能很好地粘結在一起共同作用，它們有基本相同的性能，而且还能取长补短，具体表现在下列几个方面：

（1）鋼材与混凝土受热时的綫膨胀系数几乎相等（鋼材的綫膨胀系数为0.000012，混凝土的綫膨胀系数为0.00001），因此当溫度变化时，在鋼筋混凝土结构中仅发生很小的内部应力，不会出现不利的变形。

(2) 混凝土是不良导热体，能保护其中的钢筋不致遭受剧烈的温度变化。

(3) 钢材能承受较大的拉力，放在混凝土构件的受拉区域内，能补偿混凝土抗拉能力很小的缺点。

(4) 混凝土硬化时，能与钢筋紧密地粘结在一起，只要施工时注意各种条件，它们能通力合作，共同承受外力的作用。

(5) 混凝土有保护钢筋不致锈蚀的作用。

但是随着科学技术的进步，人们又发现普通钢筋混凝土结构，从节约材料的观点来看，对使用钢材和混凝土数量以及提高其使用标号上又出现了新的矛盾。

普通三号钢材的容许应力为1,200公斤/平方厘米，但是钢筋混凝土构件在受拉区域内，钢筋的实际应力一般只能达到300~400公斤/平方厘米，每米长的混凝土构件，伸长达0.15~0.2毫米时，混凝土即开始裂缝（图2）。如裂缝宽度 a 不大于0.2~0.3毫米，不会对构件有多大影响，但如 a 大于0.3毫米，钢筋就会受到空气或水分的侵蚀，直接影响构件的寿命。

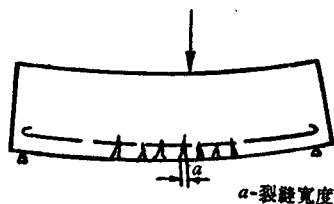


图 2

提高钢材与混凝土标号是节约材料的有效方法。钢材标号提高后可以减少钢筋混凝土结构内钢筋的用量。混凝土标号提高后可以增强钢筋混凝土结构受压区域内的抗压能力，但对受拉区域内的抗拉能力不会有显著增强，也不能解决构件的裂缝问题。

采用预应力钢筋混凝土是解决上述矛盾的有效措施。

在钢筋混凝土构件的受拉区域内，人为地创造一种内力

(图 3)，使这个区域在构件受弯曲以前，就保持受压的状态。当构件受弯曲而产生拉力时，这个预先创造的压力就与拉力互相抵消，因而增强了构件的抗拉能力。

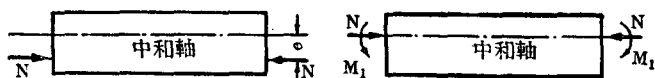


图 3

如在构件受拉区域内预先创造一个压力 N ，从 N 到中和轴的距离为 e ，构件产生的内力矩 $M_1 = N \cdot e$ 。由此而产生的内应力

$$\sigma_1 = \frac{N}{F} + \frac{M_1}{J} Y$$

式中： F ——梁的断面面积；

J ——梁换算断面的惯性力矩；

Y ——梁的边缘至中和轴的距离。

当构件受弯曲时，假设其产生的拉应力为 σ_2 ，可以从下列几种情况来讨论 σ_1 与 σ_2 对混凝土产生裂缝的关系。

(1) 当 $\sigma_1 > \sigma_2$ 时，构件不会产生正弯矩，受拉区域内不会发生拉应力，混凝土不会产生裂缝。

(2) 当 $\sigma_1 = \sigma_2$ 时，正负弯矩相等，受拉区域内不发生应力，混凝土不会产生裂缝。

(3) 当 $\sigma_1 < \sigma_2$ ，而 $(\sigma_2 - \sigma_1)$ 仍小于混凝土的容许抗拉应力时，构件虽然有正弯矩，受拉区域内产生了拉应力，但混凝土仍不会出现裂缝。

(4) 只有在 $\sigma_1 < \sigma_2$ ，而 $(\sigma_2 - \sigma_1)$ 已经超过混凝土的容许抗拉应力的情况下，才会出现裂缝。但是在设计的时候，完全可以

控制直到破坏荷载的50~70%以上才出现裂缝。但在这种情况下，已经不是防止混凝土的裂缝问题，而是应该采取措施增强构件的荷载能力，不使整个构件破坏的问题了。

采用预应力钢筋混凝土，有以下优点：

(1)提高结构的抗裂性。普通钢筋混凝土构件，当荷载达到破坏荷载的20~30%时，即出现裂缝。而预应力钢筋混凝土结构，其荷载要达到破坏荷载的50~70%时才出现裂缝。

(2)提高结构的耐久性。由于预应力钢筋混凝土在使用荷载下不产生裂缝，能保护钢筋不受外界大气侵蚀，因此增加了结构的耐久性。

(3)提高结构的稳定性。如截面为30×30厘米、长度为20米的预应力钢筋混凝土桩的临界压力比规格相同的普通钢筋混凝土桩提高约3倍。

(4)疲劳作用小。在承受荷载的构件中，预应力钢筋混凝土比普通钢筋混凝土的疲劳变化小得多。

(5)减轻结构的自重，节省材料。与普通钢筋混凝土比较，预应力钢筋混凝土构件能节省混凝土约20%，节省钢材约30%，这样就能减轻构件的自重，便于安装。

(6)可以减小结构的建筑高度。从设计与施工的经验得知，预应力钢筋混凝土桥简支梁的建筑高度，一般为计算跨径的1/20，而普通钢筋混凝土桥简支梁的建筑高度，多半为计算跨径的1/10~1/12，这样采用预应力钢筋混凝土就可以减小桥梁的建筑高度，有利于通航。

(7)降低造价。从国外的资料来看，预应力钢筋混凝土桥梁比普通钢筋混凝土桥梁一般可以降低造价15~30%，在国内，由于工业化的施工水平比较低，在公路上使用还不广泛，所以降低造价还没有这样显著。

(8) 增加构件的刚度。預应力鋼筋混凝土梁，在使用荷載下，挠度比普通鋼筋混凝土梁要小得多。20米跨径的預应力鋼筋混凝土梁，在使用荷載下的挠度为2.5厘米，而普通鋼筋混凝土梁的挠度則达5~8厘米。

(9) 提高构件的抗剪能力。有預应力时，主应力方向大部分都接近于水平和垂直方向，这样可以避免产生斜向裂紋。

(10) 提高結構的不透水性。采用預应力鋼筋混凝土桩或預应力鋼筋混凝土管柱，可以增强其不透水性。例如預应力鋼筋混凝土的高压水管，能承受6个大气压的水压力。

(11) 可以作为拼装手段。大型結構或連續性的結構可以分段在工厂里制造，然后运至現場用預应力鋼筋把它拼装起来。德意志民主共和国用这种方法修建的桥梁，最大跨径达114米；古巴一座預应力鋼筋混凝土桥的跨径为90米。

在我国，鉄道与建筑工程等部門采用預应力鋼筋混凝土已經有一定的基础，在公路建設中采用預应力鋼筋混凝土还不很普遍。根据目前建筑材料发展的趋势来看，鋼材与水泥的标号都在不断提高，而木材供应困难。再从技术經濟的合理性等方面考虑，在公路桥梁建設中逐漸推行預应力鋼筋混凝土結構是正确的、合适的。

二、預应力鋼筋混凝土公路桥 的施工工艺

混凝土預加应力的方法很多，公路桥梁中最普通采用的是后张法，这里介紹的就是后张法的施工工艺。

(一)制造鋼絲束

鋼絲束是鋼筋混凝土預加应力的主要手段，將調直后的高強鋼絲，按設計所需长度截断，再按所需根数与形状纏繞成束，这是預应力鋼筋混凝土施工的第一个工序。鋼絲束包括纏繞成束的鋼絲、铁皮套管、三通管与錨头四个部分，其制作步骤如下：

1. 設備与工作台的布置

鋼絲整直机及整直工作台与鋼絲纏束机及纏束工作台都布置在同一条工作綫上，而一般將整直工作台与纏束工作台合而为一。纏束机設置在工作台的中部，进行整直工作时可將纏束机搬离机座，这样可使鋼絲整直的长度提高一倍。当进行纏束工作时只需將纏束机搬回原位，即可工作，卷揚机、牵引小車、工作台上的輕便鉄軌等設備都可以完全利用，其布置如图4。

为了制作錨定方便，可將整直工作台加寬2米，图4中 a 的长度視鋼絲束的长度而定。

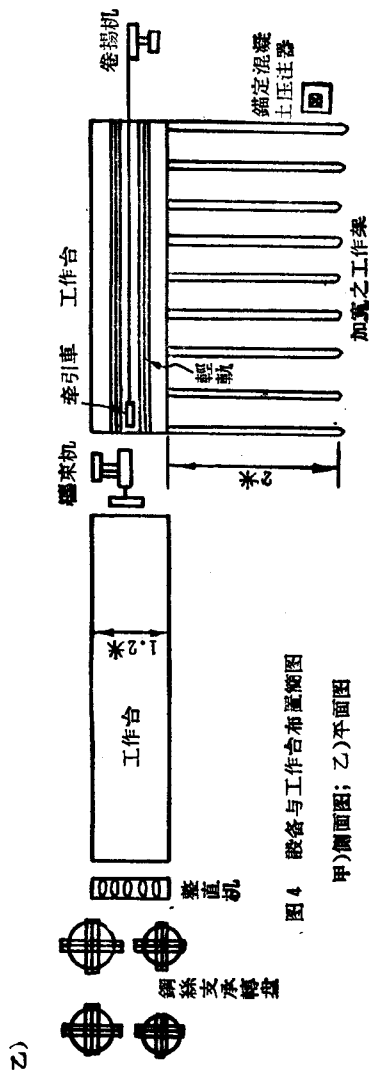
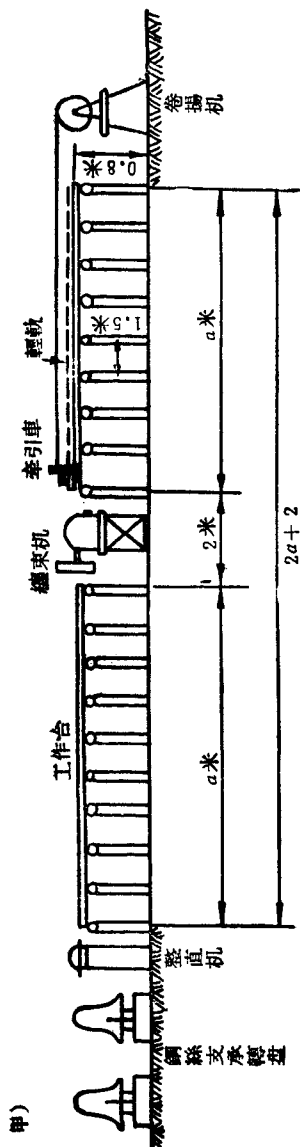


图 4 设备与工作台布置简图

甲) 侧面图; 乙) 平面图

2. 整直鋼絲

整直鋼絲的机具包括：(1) 支承轉盤(圖 5)；(2) 导向架；(3) 整直機(圖 6)；(4) 整直工作台；(5) 牽引小車(圖 7)；(6) 鋼絲截斷器(圖 8)；(7) 電動卷揚機。

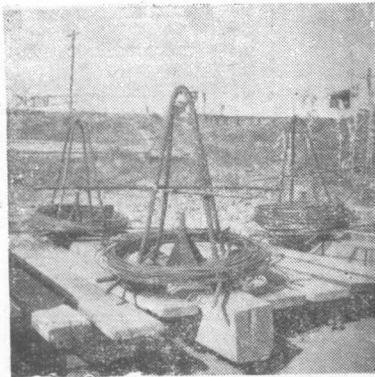


圖 5 支承轉盤

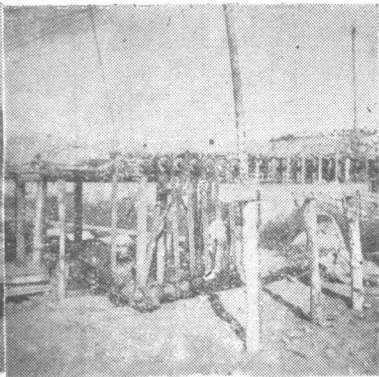


圖 6 整直機

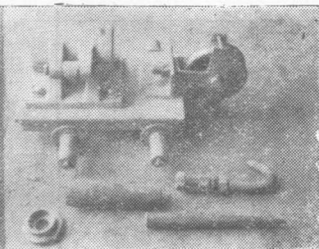
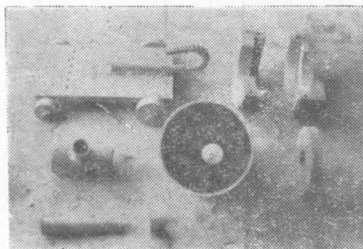


圖 7 牽引小車

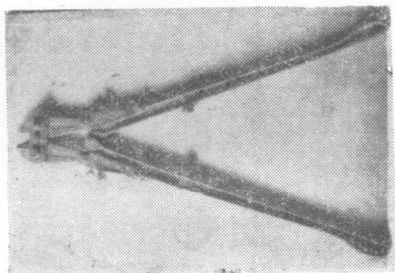


圖 8 鋼絲截斷器

将高强鋼絲放于支承轉盘上，找出端头，引入导向架，穿过整直机的弯管，再扣于牵引小車上，这时即开动整直机，同时用信号指揮开动电动卷揚机。

成盘的高强鋼絲，通过整直机的弯管后，即被整直，由电动卷揚机牵引的小車，将整直后的鋼絲平直地摆在整直台上。

根据整直机动力的大小、弯管的数目及电动卷揚机的馬力来决定一次可以同时整直几根鋼絲，在一般情况下，一次能整直 3 ~ 5 根鋼絲。

在整直台上，預先按照鋼絲所需的长度，画出标记，当整直后的鋼絲平摆在整直台上时，用鋼絲截断器，按标记的长度，一一截断。

把截断的鋼絲堆放在整直台的一边后，整直工作又重复进行。

3. 鋼絲纏束

鋼絲纏束的机具包括：(1) 导向板(图 9)；(2) 纏絲机(图 10)；(3) 錨系小車；(4) 卷揚机(可与整直机共用)。

根据鋼絲束設計形状的要求选择导向板，将导向板安装在纏絲机前面的固定位置上，然后把經过整直、截断的鋼絲，穿过导向板的孔眼，并穿入纏絲机的空心軸內，再用 18 号鉛絲将端部临时绑扎，用小錘将鋼絲端头敲打整齐后，把它夹紧在錨系小車上并挂上卷揚机的鋼

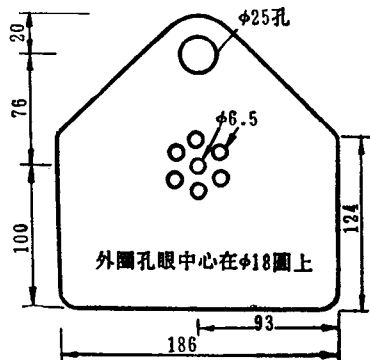


图 9 导向板

絲繩。

將18號鉛絲安放在小型支承轉盤上，引出端頭，插入纏絲機鼓輪的孔眼內，以順時針方向開動纏絲機，使鉛絲均勻整齊地纏繞在鼓輪上。

將纏絲機鼓輪上的鉛絲端頭引出，通過導向輪插入鋼絲束夾縫中，開動纏絲機，使鉛絲在鋼絲束上密繞5~7道後即停車。

到此，纏繞鋼絲束的准备工作完畢，即可開動卷揚機，鋼絲束即隨錨系小車往前移動(圖11)，同時開動纏絲機，待鋼絲束全部通過導向板，纏絲機

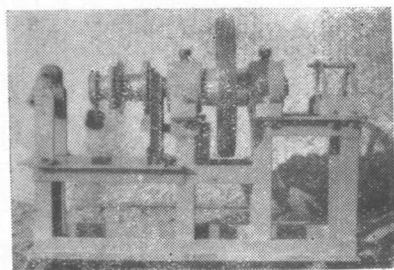


圖10 纏絲機

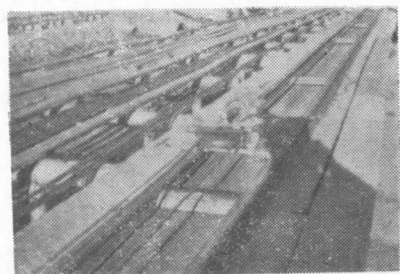


圖11 錨系小車帶動鋼絲束往前移動情況

按設計要求纏繞後，即可停車。

這樣巡迴作業，將單根鋼絲纏繞成為小束鋼絲，再合併為設計要求的大束鋼絲。圖12為小束鋼絲通過纏繞機的空心軸合併成為大束鋼絲的情況。



圖12 小束鋼絲通過纏絲機的空心軸合併成為大束鋼絲的情況